

실시간 물관리를 위한 정량적 강수예측기법에 관한 연구

Estimation of Quantitative Daily Precipitation Forecasting for Integrated Real-time Basin Water Management System

오재호*, 김진영**, 강부식***, 정창삼****, 고익환*****

Jai Ho Oh, Jin Young Kim, Bu Sick Kang, Chang Sam Jeong, Ick Hwan Ko

요 지

본 연구에서는 실시간 통합 물관리 시스템의 일환으로 월별 일강수량 예측 시스템에 관한 연구를 실시하였다. 선행시간 2일 예측에 대해서는 기상청 생성 수치모의 RDAPS (Regional Data Assimilation and Prediction System)를 기반으로 강수진단모형인 QPM (Quantitative Precipitation Model)을 이용하여 지형효과를 보정하였으며, 선행시간 2일에서 8일까지의 예측에 대해서는 GDAPS (Global Data Assimilation and Prediction System) 모의결과를 QPM을 이용하여 보정하였고, 선행시간 10일 이후의 예측값은 통계적 기법을 이용한 자료를 활용하였다. 통계적 기법으로는 과거 20년간의 관측된 강수경향을 이용하여 시스템을 구축하였다. 강수진단모형 (QPM)은 Misumi et al. (2001), Bell (1978), Collier (1975)등이 제안한 바 있는 Collier-type의 모형으로서 이들 모형은 소규모 지형 효과를 고려한 강수량을 산출하는 진단 모형이다. QPM은 중규모 예측 모형으로부터 계산된 수평 바람, 고도, 기온, 강우 강도, 그리고 상대습도 등의 예측 자료를 이용하고, 중규모 예측 모형에서는 잘 표현되지 않는 소규모 지형 효과를 고려함으로써 중규모 예측 모형에서 생산된 상대적으로 성긴 격자의 강수량 예측 값을 상세 지역의 지형을 고려한 강수량 예측 값으로 재구성하게 된다. QPM은 중규모 모형으로부터 나온 자료를 초기 자료로 이용하고 3 km 간격의 상세 지형을 반영하는 모형으로 소규모 지형 효과를 표현함으로써 상세 지역에서의 강수량 산출과 지형에 따른 강수량의 분포 파악이 용이할 뿐 아니라, 계산 효율성을 개선시킬 수 있다.

핵심용어: 정량적 월강수예측, RDAPS, GDPAS, 실시간 통합 물관리 시스템,

1. 서 론

실시간 물관리를 위해서 무엇보다도 중요한 것은 홍수의 위험을 최소화하고 댐 관리의 효율을 최대화하는 것이다 (Mao과 Mueller, 2000). 최근 한반도 각 지역에서는 특히 여름철의 기록적인 폭우, 초대형 태풍 등과 같은 갖가지 기상이변에 시달리고 있다. 그러나 자연재해에 상응할 정도의 피해를 초래하는 이러한 기상현상들에 대해 적당한 정보를 제공하는 것이 쉽지 않기 때문에 댐 관리에 어려움이 있으며, 극심한 기상현상들에 대한 초기 경보나 정보를 제공할 수 있는 적절한 방법을 찾기 위한 노력들이 행해지고 있다. 이에 대해 정량적 강수예보(QPFs)나 정량적 확률강수예보(PQPFs)는 엄청난 폭우 등에 대비하여 경고체제를 갖추기 위한 가장 유용한 방법 중의 하나이다 (Bright와 Mullen, 2002).

극심한 기상현상 등의 짧은 시간내에 빠르게 발생하거나 매우 국지적으로 발생하는 경향이 있기 때문에 정량적 강수예보나 정량적 확률강수예보는 정시에 이루어져야 하며 어느 정도 이전 시간에 발표된 예측치로

* 정회원.부경대학교 환경대기과학과 교수E-mail : jhoh@pknu.ac.kr
** 학생회원.부경대학교 환경대기과학과 박사과정E-mail : jin@climate.pknu.ac.kr
*** 정회원.단국대학교 토목환경공학과 교수E-mail : bskang@dankook.ac.kr
**** 정회원.인덕대학교 건설환경설계전공 교수E-mail : csjeong@induk.ac.kr
***** 정회원.한국수자원공사 수자원환경연구소 소장E-mail : ihko@kowaco.or.kr

는 정확한 정보를 제공할 수 없으므로 국지적, 지역적인 상세정보를 재빨리 제공하기 위한 방법을 개발할 필요가 있다. 그러나 이를 위해 미세격자 규모의 비정역학모델을 사용할 경우 계산량이 매우 많아지기 때문에 장시간의 모델 적분시간뿐만 아니라, 상당한 컴퓨터 자원을 필요로 하며, 실제 예보를 하는데 있어 소요되는 시간적 제약이 많아진다. 그러므로 미세격자규모의 강수량에 관한 필요한 정보를 제공하기 위한 대안책으로 엄청난 계산량을 요구하는 미세격자규모의 역학적-물리적 과정들을 포함한 비정역학 모델보다는 강수량 진단모델을 이용한다 (Misumi, 2001). 즉, 강수량 진단모델을 사용할 경우 상세지형을 잘 표현하므로 상세지역의 강수량 산출에 있어 유용할 뿐 아니라, 계산효율성을 개선할 수 있으며, 매우 작은 규모의 지형적인 효과를 충분히 반영함으로써 강수량의 지형에 따른 분포를 파악하는데 있어 매우 용이하다.

따라서 본 연구에서는 금강유역을 대상으로 강수량 진단모델이 관측된 강수량의 값을 어느 정도 잘 표현하는지 등에 대한 모의능력을 실험 평가하고, 월별 일강수량 예측값의 정확도는 어느 정도인지 등에 대해 알아보려고 한다. 또한 미세격자규모의 강수량에 관한 정보를 제공하기 위해 소요되는 적분시간을 중규모 모형에서 소요된 적분시간과 비교함으로써 강수를 모의하는데 있어 계산효율성 등도 함께 실험해보려고 한다.

2. 본 론

본 연구에서 사용한 정량적 강수예측 모델은 중규모 예측 모형으로부터 계산된 수평바람장, 기압, 온도, 상대습도 및 지표에서의 강수 강도 등을 초기 입력값으로 하고 이에 중규모 예측모형에서는 표현되지 않는 소규모 지형효과를 더하여 강수를 모의하는 QPM (Quantitative Precipitation Model)을 사용하였다. 특히 지형 및 지표 특성자료는 더욱 자세한 지형효과를 반영하기 위하여 2분 간격의 자료를 중규모 모형에 맞게 내삽하여 QPM의 3km 영역에서 사용한다. 모형의 검증을 위해 사용된 관측자료는 76개의 지상기상 관측소의 강수량 자료와, 500 여개 지점의 자동기상 관측 기기 (AWS)의 강수량자료를 사용하였다. 중규모 예측 모형 자료에서 유도된 초기입력장은 기상청에서 제공되는 지역 예보장 (RDAPS, Regional Data Assimilation and Prediction System)과 전지구 분석장 (GDAPS, Global Data Assimilation and Prediction System)이다. GDAPS는 전지구 스펙트랄 모델의 예보장으로 수평 분해능이 55km(30층)이고 10일 분석장이 포함되어 있다. RDAPS는 동아시아영역의 예보자료로 30km 격자간격으로 191x171개의 격자수로 이루어져있다. 24층으로 구성되어 있으면 48시간 예보자료를 포함하고 있다, 이 두 예보장을 QPM 3km 영역의 초기값으로 QPM의 월강수모의가 가능하도록 실험을 구성하였다. QPM의 3km 영역의 지형에서 산맥 등의 산악지형과 해안선이 비교적 현실적으로 나타남을 알 수 있으며, 수평해상도에 따른 지형의 차이가 뚜렷하게 나타난다. 그리고 대상영역은 우리나라 5대강 유역의 하나인 금강유역이다 (그림 1).

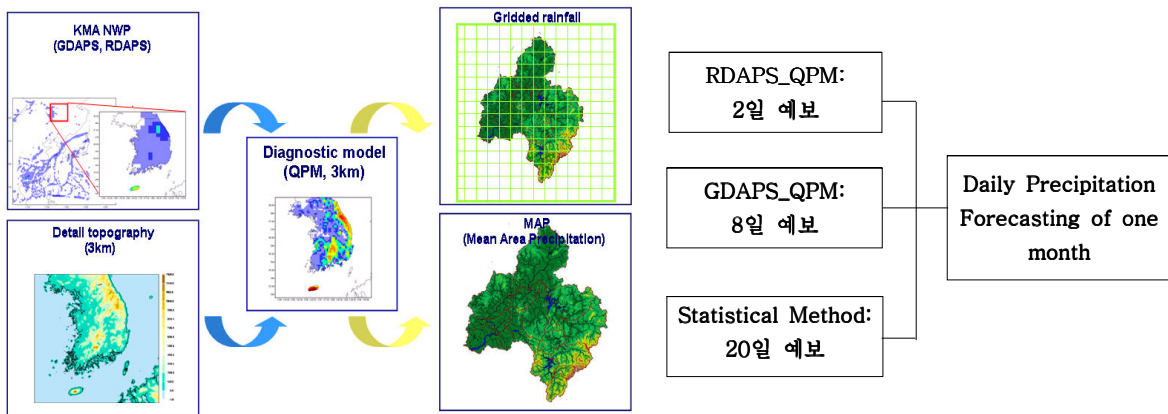


그림 1 기상청 강우수치 예보모형과 강수진단모형을 연계한 정량적 강수예측기법 (금강유역)

그림 2 월별 일강수 시나리오 구성

3.. 월강수예측 시나리오 구성

중장기 수자원운영을 위한 일단위의 월강수 시나리오 구성을 위해서 수치예보와 월기상전망을 조합하였다. 이 때 선행시간 2일 예측에 대해서는 기상청 생성 수치모의 RDAPS (Regional Data Assimilation and Prediction System)를 기반으로 강수진단모형인 QPM (Quantitative Precipitation Model)을 이용하여 지형효과를 보정하였으며, 선행시간 2일에서 8일까지의 예측에 대해서는 GDAPS (Global Data Assimilation and Prediction System) 모의결과를 QPM을 이용하여 보정하였고, 선행시간 10일 이후의 예측값은 통계적 기법을 이용한 자료를 활용하였다. 통계적 기법으로는 과거 20년간의 관측된 강수경향을 이용하여 시스템을 구축하였다 (그림 2).

정량적 강수예측 기법(QPF)을 이용한 정량적 강수예측 모의 결과를 분석 및 검증하기 위하여 부여, 대전, 금산 지점의 관측 강수량과 최근점 격자점에서의 예측 강수량 시계열을 그리고 금강유역의 최고강수량 및 강수면적을 그래프로 나타내어 비교하였다. 또한 Bias, Accuracy 등 검증용 통계를 통해 예보의 정확도를 정성적·정량적으로 알아보았다. 그리고 중규모 모형 및 QPM의 모의 결과를 검증하기 위해 관측소 및 AWS 데이터를 모형 각각의 해상도에 맞게 내삽하여 비교하였으며, 내삽법으로는 Barnes (1964) 객관분석법을 이용하였다. Barnes 객관분석법은 격자점주변의 관측지점의 값에 거리에 따른 가중치를 주어 불규칙하게 분포하는 관측지점의 값들로부터 일정한 격자점의 값을 계산하는 방법이다.

본 연구에서는 QPM의 강수모의 정도와 월강수예보를 평가하기 위하여 2005년 7~9월 (JJA)까지 모의자료와 현재 2006년 1월부터 준실시간 예보수행결과 얻은 예보장에 대해서 연구를 수행하였다.

4. 결 론

RDAPS와 GDAPS를 초기장으로 하는 QPM의 모의 결과에서는 전체적인 패턴은 국지적인 강수량 패턴까지도 잘 모사 하였으며 관측치와 유사함을 알 수 있다. 관측 강수량과 비교해 볼 때, QPM의 모의결과는 전체적으로 모델의 초기값으로 주어지는 중규모 예측모형의 적분결과를 따르는 경향이 강했으며, 지형에 따른 국지적인 강수량을 잘 모의하였다. 그리고 월강수예측의 시나리오 방법에 대한 체계적인 검증이 요구된다.

본 실험에서 수행된 강우수치예보과정은 일반적으로 사용되는 중규모 모형을 이용하는 경우와 비교하였을 때, 중규모 모형의 경우 총체적인 역학적 물리적 과정들을 모두 포함하므로 QPM의 격자간격과 동일한 3km까지 다운스케일링하여 모의하는데 1일 14시간 정도의 계산 시간이 소요된 반면, QPM 모의에서는 적분하는데 소요된 시간인 1시간 정도로 시간을 절약하면서도 상세한 결과를 내어 계산효율성이 상당히 높은 것으로 나타났으며 실시간 물관리를 위한 정량적 강수예측에 적절하였다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원 (과제번호 B2)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

Barnes, S. L., 1964: A technique for maximizing details in numerical weather map analysis. *J. Appl. Meteor.*, 3, 396-409.
Bright, D. R. and S. L. Mullen, 2002: Short-Range Ensemble Forecasts during the Southwest Monsoon. *Wea. Forecasting*, 17, 1080-1100.

- Fox, Neil I. and Christopher K. Wikle, 2004: Providing Distributed Forecasts of Precipitation Using a Bayesian Nowcast Scheme, Sixth International Symposium on Hydrological Applications of Weather Radar, 2004
- Mao, Qi and Stephen F. Mueller, 2000: Quantitative Precipitation Forecasting for the Tennessee and Cumberland River Watersheds Using the NCEP Regional Spectral Model, American Meteorological Society, 29-45
- Misumi, R., V. A. Bell and R. J. Moore, 2001: River flow forecasting using a rainfall disaggregation model incorporating small-scale topographic effects. *Meteorol. Appl.*, 8, 297-305.
- 전병호, 심명필, 2002: 2002년 호우피해의 종합보고서, 한국수자원학회, pp. 20.